

九州大学応用力学研究所 ○中村泰治, 渡辺公彦

## 1. はしがき

斜長橋の低風速励振に関する小林の研究<sup>1,2)</sup>によれば, その発生機構は, 柱体振動にともなう前縁はく離うすの放虫とそり流下の過程によるとされたり。これは現象の本質を示す卓見と思われるが, 低風速ではカルマンうすによるうす励振も発生し得るから, うす励振との関連が, なお研究すべき問題として残されたり。そこで, 本研究では, H型断面柱のねじり振動を例にとり, 問題とする低風速励振がカルマンうすによる励振と果して関係するものかどうかを中心に検討を行なった。問題の励振は通常の励振に比してはるかに低風速で生ずることであって, 比較的弱い励振である。したがって, 低風速で生ずるだけ強い共振を観察することが実験技術上有利である。H型断面柱を選び, ねじり振動を選んだ理由はつぎのようである。1) H型断面柱は矩形断面柱等と比して, 前縁はく離が烈しい。2) 励振が前縁はく離うすによるものであるならば, 曲げ振動でもねじり振動でも発生し得る。3) ねじり振動の方がより軽い ( $I_p C^2$ ;  $I$ =慣性モーメント,  $\rho$ =空気密度,  $C$ =弦長,  $\eta$ 値が小さい) 模型を製作し得る。

## 2. 実験装置

使用した風洞の測定部断面は, 高さ×幅 =  $3\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ 。模型弦長,  $C = 90\text{ cm}$ 。桁高,  $h = 6.3\text{ cm} \sim 18\text{ cm}$ 。したがって,  $h/C = 0.07 \sim 0.20$ 。以下にこれらの模型を H-07, H-20 等と記す。ねじり固有振動数  $f_0 = 4.5 \sim 5\text{ Hz}$ 。風速  $V = 2 \sim 15\text{ m/s}$ 。なお, H型断面柱のほか, I型断面柱等の実験も追加された。

## 3. 実験結果

図1は H-20 の応答であるが, 風速の増大とともに, 局部的共振が2つの風速で生じ, その後, 高風速で次第に振幅がまちつらつた移行している。このうち, 最後のつらつたは, 既にわかれぬ研究(ねじりつらつた)<sup>3)</sup>に外ならない。これらの共振の波形は, 予めの場合, まじめに規則正しい調和振動波形であった。

最初の2つの共振が果してカルマンうすによる励振かどうかと問題にするわけであるが, 図1の結果を無次元風速  $\bar{V} (= V/f_0 h)$  で整理すると図2のようになる。すなわち, 2つの共振域は, 11すれも, 熱線風速計によって求められた共振風速  $\bar{V}_r$  よりも低い。興味あることは, 図1に示す振動数の変化であって, 各共振域の境界では, 振動数が異なる2つの励振が共存する。図2において, 共振風速は近うな  $\bar{V}_r$  がみられるのはこのような事実による。

流れの観察によると, H-20 では, 前縁ではく離した剪断層は再付着することなく後方のカルマンうすを形成していた。桁高  $h$  を次第に小さくすると,  $h$  が2, 剪断層は床面に一旦, 再は着する。H-10, H-07 等はそう例である。このような状況でも, 後縁の背後にカルマンうすを形成させる可能性はある。しかし, 熱線風速計によってその存在を探しだすことがみあたらず, 速度変動の波形はきわめて不規則であった。また, ねじり振動の応答は図3に示すとおりであって, 定性的に図1の場合とかわらぬ。このことは, 問題とする励振が, カルマンうすの発生と無関係であることを思わせるに充分であった。

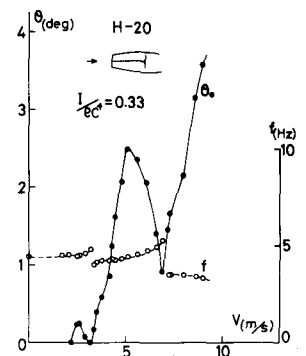


図 1

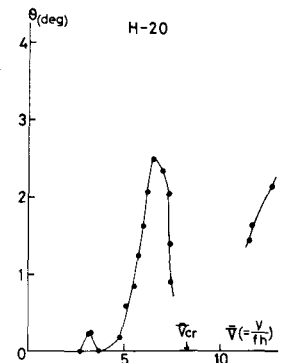


図 2

さらに、後縁のガーダーを取り去ったI型断面柱について実験を行おうと、図4のように、H型断面柱とほとんどかわらぬ結果を得た。流況の観察によれば、I-07, I-10では、はく離剪断層は床面に再付着したものであって、共振動数ともカルマニング数は消える。

H-20の後方に長いスプリッター板を挿入すると、はく離剪断層がスプリッター板に再付着して、このまま、カルマニング数は消える。図5に示すように、スプリッター板は、この場合も存在する。上記一連の事実によって、問題とする共振がカルマニング数に無関係に生ずることが明らかにされた。

図2にあり、共振風速は近でカルマニング数による共振効果とまいかどうか？とやきのため、この点よりも更なる模型について同様に実験を試みた。この場合、振動数変化が小さくなるので、図2にみられたギャップの幅が狭くなる。結果は図6に示すところであって、共振風速は近で共振はまり。カルマニング数が存在して、なお、この共振がみられるのは異常であるが、全く倒れないうけではない。<sup>4)</sup> 偏平なH型断面柱では、長いafterbodyがカルマニング数の形成に複雑な影響を及ぼすであろう。

そこで、図7に示すような、前縁はく離が無視し得るほど弱い断面柱にして流況を単純化すると、きわめて規則正しいカルマニング数の発生をみた。図にみえるように、この特殊な流況が復現する。同時に、高風速域では振動は強く減衰し、今迄みられたゆりつらつきも消失することは興味深い。

#### 4. 結論

偏平なH型断面柱のゆり振動において、低風速域における2つの共振は、いずれもカルマニング数と無関係である。その発生機構は、山林の揺。捕するよう、柱体振動にともなう前縁はく離の放出によるものである。引続き、厚み断面柱ならびに曲が振動について、同様の考察を試みる予定がある。

#### 文献

- 1) 小林, 山根, 限定振動の発生機構に関する実験的研究, 土木学会第32回年次講演会, 昭和52年10月
- 2) 小林, 山根, 調和振動中の長方形角柱周りの空気流と空気力, 土木学会第33回年次講演会, 昭和53年9月
- 3) 赤村, 中村,  $\Delta Z/Z = 1\%$  程度の橋梁断面のゆりつらつきの研究, 土木学会論文報告集, 第264号, 昭和52年
- 4) 中村, 斜斜平板および円連断面柱の共振について, 九州大学応用力学研究報告, 第43号, 昭和50年8月。

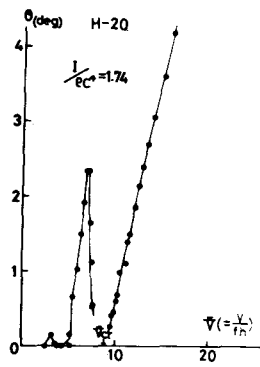


図 6

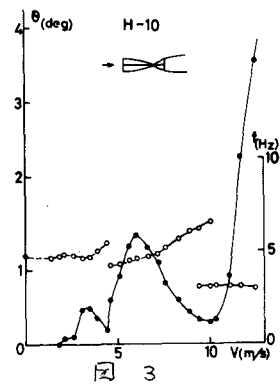


図 3

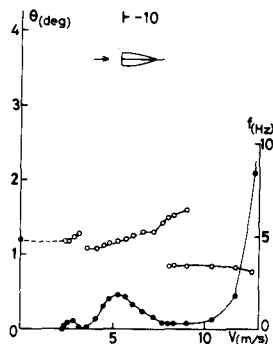


図 4

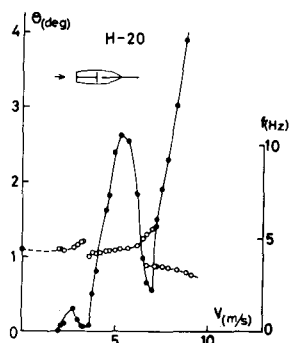


図 5

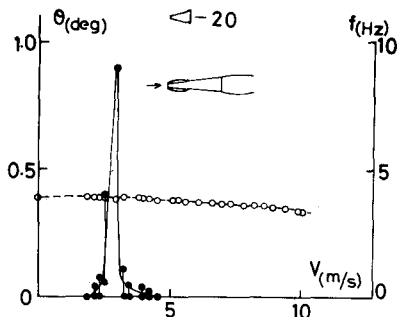


図 7